

곤달비(*Ligularia stenocephala*) 잎 분획물의 항산화활성 평가

김경희¹ · 김나영² · 김성환² · 한인애¹ · 육홍선^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²중부대학교 식품영양학과

Study on Antioxidant Effects of Fractional Extracts from *Ligularia stenocephala* Leaves

Kyoung-Hee Kim¹, Na-Young Kim², Sung-Hwan Kim², In-Ae Han¹, and Hong-Sun Yook^{1*}

¹Dept. Of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Jungbu University, Chungnam 312-702, Korea

Abstract

Ligularia stenocephala leaves were subjected to extraction by using several solvents with different polarities, which were then investigated for their antioxidant and antimicrobial activities. Extraction yield of ethanol extract of *Ligularia stenocephala* was 21.36%. The water fraction showed the highest extraction yield of 60.35%, followed by the n-butanol, n-hexane, and ethyl acetate fractions. Total polyphenolic content was the highest (254.00 mg/g GAE) in the ethyl acetate fraction of *Ligularia stenocephala* extract. The ethyl acetate fraction had IC₅₀ values of 0.28 mg/mL for DPPH radical scavenging, and 96.67±0.09% for ABTS radical scavenging activity. Further, FRAP value was significantly higher in the ethyl acetate fraction. The ethyl acetate fraction showed antimicrobial activities against *B. cereus*, and the diameter of the zone of inhibition was 10.2 mm at 5 mg/disc. These results suggest that the ethyl acetate fraction of *Ligularia stenocephala* possesses the antimicrobial activities against *B. cereus*, and its high antioxidant activity could be applicable to food additives and as a natural cosmetic ingredient.

Key words: *Ligularia stenocephala* leaves, antioxidant, antimicrobial

서 론

최근 들어 생체 내에서 노화를 억제시키거나, 동맥경화증, 염증, 퇴행성질환 및 암을 예방하는데 천연 항산화제가 매우 효과적인 것으로 보고되어 있어 천연식물체의 항산화 작용에 관한 연구 등이 많이 이루어지고 있다. 특히 천연식물 소재 중 국내에서 자생되거나 재배되는 산채 및 나물류는 인체에 미치는 독성 및 돌연변이성 영향이 거의 없는 반면, 항산화, 항염, 항암, 혈전용해능 등의 다양한 활성이 있어 이를 이용하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다.

곤달비(*Ligularia stenocephala*)는 쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀로서 한국(전라남도), 일본, 타이완, 중국 등지에 분포하며, 깊은 산의 습지에서 자란다. 한국의 고랭지에서 자생하고 특히 대관령에서 산채로 이용되고 있기 때문에 이 지역의 농가에서 주로 재배하고 있다. 주로 어린잎을 나물로 섭취하며 한방에서는 전초 혹은 뿌리를 보익, 진정 및 부인병 등에 약으로 사용한다고 한다(1,2).

곤달비는 곰취와 더불어 씹, 나물, 장아찌, 김치 등으로 다

양하게 식용되고 있으며, 곤달비에서 분리 보고되어진 물질로는 1β,6α-dihydroxy-5(15)-eudesmene, phthalic acid di-Bu ester, N-phenyl-2-naphthylamine, neophytadiene, vanillin, triterpenoid 유도체, 4-hydroxyacetophenone, chlorogenic acid, caffeic acid 등이 있으며(3), 곤달비에 관한 연구로는 곤달비 추출물의 간 기능 효과(4), 항산화(3), 멜라닌 생성 저해(3), 주름개선(5), 항당뇨 효과(1) 등이 보고되어져 있고 가공식품 개발과 관련된 연구로는 곤달비 분말 첨가 식빵에 관한 연구(6) 등이 보고되어져 있다.

하지만 이러한 곤달비의 다양한 효능은 주로 식용이 많이 이루어지고 있는 어린잎에 관한 연구가 대부분으로 어린잎에서 좀 더 자란 곤달비 잎에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 곤달비의 주 채취시기인 5월초가 아닌 어린잎에서 좀 더 자란 6월에 채취된 곤달비 잎을 대상으로 항산화 효과 및 항균활성을 평가하여 곤달비의 응용 범위를 넓힐 수 있는 기초자료로 제공하여 식품가공 및 화장품 등의 산업에 대해 적용할 수 있도록 하고자 한다.

*Corresponding author. E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6840, Fax: 82-42-821-8887

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 곤달비(*Ligularia stenocephala*)는 2008년 6월에 강원도농업기술원 특화작물시험장으로부터 제공받아 일주일간 음건하였고 마쇄하여 분말로 만든 후 각종 항산화 및 항균활성 분석을 실시하였다.

용매별 추출물 제조

건조된 곤달비는 시료 200 g당 15배량(w/v)의 80% 에탄올로 24시간 동안 3회 추출한 다음, 추출액은 여과지(Whatman No.4, Maidstone, England)로 여과하였다. 여액을 40°C 수욕상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압·농축한 후 동결 건조하여 4°C 이하로 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 80% 에탄올 추출물을 Fig. 1과 같이 separating funnel에 의한 용매별 분획으로 *n*-hexane, ethyl acetate 및 *n*-butanol로 연속 추출한 후 각 분획물을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 후 동결 건조시켜 수율을 계산하였다.

총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용한 Folin-Denis 방법(7)을 이용하여 측정하였다. 1 mg/mL 농도로 methanol에 용해시킨 시료액 0.2 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma, St. Louis, MO, USA) 0.2 mL를 첨가하여 혼합한 후 3분간 실온에서 반응시킨 뒤, 10% sodium carbonate(Na₂CO₃) 용액 3 mL를 가하여 암실에서 1시간 동안 방치하여 상등액을 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid(Sigma)를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 이 검량곡선으로부터 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

Ligularia stenocephala leaves

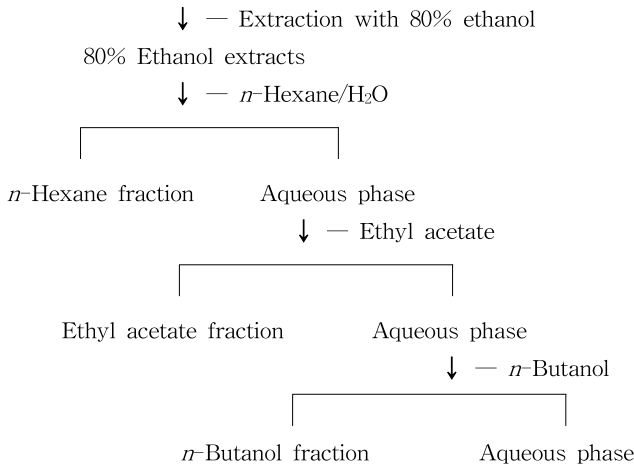


Fig. 1. Procedure for the extraction and fractions of *Ligularia stenocephala* leaves by various solvents.

DPPH radical 소거능 측정

항산화 활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)을 이용하여 시료의 라디칼 소거효과(radical scavenging effect)를 측정하는 Blois법(8)을 활용하였다. 각 분획물을 농도별(0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 mg/mL)로 제조한 시료와 0.2 mM DPPH를 1:1로 가하여 vortex mixing 후 실온에서 15분간 반응시킨 후 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH의 환원에 의한 흡광도 감소를 결정하였다. 이때 IC₅₀(mg/mL)은 추출물을 첨가하지 않은 대조군의 값을 50% 감소시키는 추출물의 농도를 나타냈으며, 기존의 항산화제인 ascorbic acid를 대조군으로 사용하여 비교하였다.

ABTS radical scavenging activity 측정

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)(ABTS) radical scavenging activity의 측정은 Pellegrin 등(9)의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM K₂S₂O₈을 5 mL:88 μL로 섞어 어두운 곳에 14~16 시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1:88 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.002가 되도록 조절한 ABTS solution을 사용하였다. 0.5 mg/mL 농도로 제조한 시료 50 μL와 solution 1 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하여 734 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) 측정

FRAP 측정 방법은 Benzie와 Strain(10) 방법을 참고하여 측정하였다. FRAP reagent는 25 mL acetate buffer(300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 가온한 후, 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ) 5 mL와 20 mM ferric sulfate(FeSO₄) 2.5 mL를 가하여 제조하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 1 mg/mL의 농도로 용해시킨 산채류 각각의 분획물 0.03 mL와 증류수 0.09 mL를 넣은 다음 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 593 nm에서 Spectrophotometer(Shimadzu UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. Blank는 시료 대신 methanol을 넣어 측정하였다. Ascorbic acid를 1 mg/mL 농도로 제조하여 대조군으로 사용하였고, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO₄의 검량식에 대입하여 환산하였다.

Disc diffusion assay에 의한 항균활성 측정

시험균주: 항균력 조사에 사용된 균주는 *Bacillus cereus* (*B. cereus*) KCTC 1012, *Bacillus subtilis*(*B. subtilis*) KCTC 1022, *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*) KCTC 3881 과 같은 Gram 양성 세균과 *Escherichia coli*(*E. coli*) KCTC 2441, *Salmonella enterica*(*S. enterica*) KCTC 1925, *Pseu-*

Table 1. List of strains used for antimicrobial experiments

	Strains	Media	Temp. (°C)
Gram positive bacteria	<i>Bacillus cereus</i>	NA ¹ /NB ²	30
	<i>Bacillus subtilis</i>	NA/NB	30
	<i>Staphylococcus aureus</i>	NA/NB	30
Gram negative bacteria	<i>Escherichia coli</i>	NA/NB	30
	<i>Salmonella enterica</i>	NA/NB	37
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NA/NB	37

¹NA: Nutrition agar (Difco, Franklin Lakes, NJ, USA). ²NB: Nutrition broth (Difco).

omonas aeruginosa(*P. aeruginosa*) KCTC 1636과 같은 Gram 음성 세균으로 총 6종을 한국생명공학연구원서 분양받아 사용하였다(Table 1).

추출물 및 용매 분획별 항균성 검색: 각 추출물의 항균활성은 각 균주를 대상으로 disc diffusion assay로 측정하였다. 항균시험용 평판배지는 계대 배양된 각 균주를 멸균 면봉을 이용하여 100 µL씩 도말하여 준비하였고, 시료를 disc당 1.0, 5.0 mg이 되도록 paper disc(8 mm)에 천천히 흡수시킨 뒤 건조과정을 거쳐 용매를 휘발시킨 후 평판배지 위에 밀착시킨 상태로 30~37°C에서 24시간 배양한 후 disc 주변에 생성된 저해환(clear zone, mm)을 측정하여 항균활성을 비교하였다. 대조군으로 ampicillin(10 µg/disc)을 사용하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS 17.0(Statistical Package for Social, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 유의적 차이가 있는 항목에 대해서 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

80% 에탄올 추출물 및 용매별 분획물 수율

곤달비 잎의 항산화 효과를 검토하기 위해 자연 건조하여 마쇄한 시료를 80% 에탄올로 추출하여 감압농축 후 고형분 함량의 추출수율은 21.36%였다. 80% 에탄올 추출물에 대하여 용매별로 분획한 후 추출수율(dry basis, %)을 계산한 결과는 Table 2와 같다. 곤달비 잎 80% 에탄올 추출물의 용매별 분획물의 추출수율은 water(60.35%) > *n*-butanol(20.41%) > *n*-hexane(11.83%) > ethyl acetate(7.41%)로 water 분획물에서 가장 높은 수율을 나타내었고, ethyl acetate 분획물에서 가장 낮은 수율을 나타내었다. 산뽕나무 잎(11)과 참나물(12), 고려영경귀(13)의 경우도 water 분획물이 가장 높은 수율을 나타내었다.

총 폴리페놀 함량

식품 유래 기능성물질의 대표적인 성분중의 하나로서 폴리페놀계 물질들은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH)기를 가진 방향족 화합물들을 총칭하며, 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원반응에서 기질로 작

Table 2. Yield of each fractions extracted from *Ligularia stenocephala* leaves

Fraction	Yield (% w/w)
80% ethanol ¹⁾	21.36
Fractions of 80% ethanol extract ²⁾	
<i>n</i> -Hexane	11.83
Ethyl acetate	7.41
<i>n</i> -Butanol	20.41
Water	60.35

¹Yield (%) = weight of solid extract / weight of dry sample × 100.

²Yield (%) = weight of solid fraction / weight of 80% ethanol extract × 100.

용하며, 총치 예방, 고혈압 억제, 항에이즈, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다(14). 일반적으로 식물 성분의 항산화 활성은 페놀성 화합물이 원인물질로 관련되어 있는 것으로 알려져 있어 gallic acid를 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선으로부터 곤달비의 총 폴리페놀 함량을 조사하여 Table 3에 나타내었다.

곤달비의 총 폴리페놀 함량은 ethyl acetate 분획물에서 254.00±0.16 mg/g으로 가장 높게 나타났고, *n*-butanol 197.10±0.09, 80% ethanol 188.41±0.49, *n*-hexane 143.91±0.09, water 분획물 127.03±0.16 mg/g의 순으로 나타나 페놀화합물이 주로 ethyl acetate 분획물에 다량 존재함을 확인할 수 있었다. Lee 등(15)의 연구에서 울릉도산 산채류의 80% 메탄올 추출물의 섬고사리 잎 120.69, 물영경귀 잎 130.22, 눈개승마 잎 66.48 µg/mg의 총 폴리페놀 함량을 나타내었다는 보고와 Choi 등(16)의 국내 시판되는 일부 다류의 경우 폴리페놀 함량이 홍차(101.51 µg/mg), 인삼차(28.30 µg/mg), 녹

Table 3. Total polyphenol contents of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves

Solvent	Polyphenol contents (mg/g GAE ¹⁾)
80% ethanol	188.41±0.49 ^{2(c3)}
<i>n</i> -Hexane	143.91±0.09 ^d
Ethyl acetate	254.00±0.16 ^a
<i>n</i> -Butanol	197.10±0.09 ^b
Water	127.03±0.16 ^e

¹GAE: gallic acid equivalents.

²Values are mean±SD (n=3).

³Values with different letter within a same column (a-e) differ significant ($p < 0.05$).

Table 4. DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves

Solvent	DPPH radical scavenging activity (mg/mL) ¹⁾	ABTS radical scavenging activity (%) ⁴⁾
80% ethanol	0.67±0.02 ^{2)c3)}	94.16±2.66 ^a
<i>n</i> -Hexane	0.97±0.01 ^b	37.06±1.57 ^b
Ethyl acetate	0.28±0.01 ^e	96.67±0.15 ^a
<i>n</i> -Butanol	0.54±0.01 ^d	95.87±0.35 ^a
Water	1.80±0.01 ^a	25.51±1.90 ^c
Ascorbic acid	0.03±0.00	99.42±0.15

¹⁾Amount required for 50% reduction of hydrogen donating activity.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Values with different letter within a same column (a-e) differ significant (p<0.05).

⁴⁾% of ABTS radical scavenging activity/ 0.5 mg/mL of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves.

차(94.90 µg/mg)로 보고한 것과 비교할 때 곤달비는 비교적 많은 폴리페놀 함량을 가지는 것으로 나타났다.

DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성

기존에 잘 알려진 항산화제인 ascorbic acid를 양성 대조군으로 하여 곤달비 추출물 분획별 라디칼 소거활성에 대한 결과는 Table 4와 같다. DPPH radical 소거활성은 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화 곡선으로부터 산화를 50% 억제시키는 농도인 IC₅₀으로 나타내었다. 곤달비의 DPPH radical 소거활성은 ethyl acetate 분획물에서 0.28±0.01 mg/mL로 높은 활성을 나타내었고, water 분획물은 가장 낮은 활성을 나타내었다. 이러한 결과는 곤달비의 총 폴리페놀 함량이 ethyl acetate, *n*-butanol, 80% ethanol, *n*-hexane, water 분획물 순으로 나타난 것과 마찬가지로 DPPH radical 소거활성 또한 ethyl acetate 분획물에서 높고 water 분획물에서 가장 낮은 활성을 나타내, 각 추출물이 함유하고 있는 총 페놀 화합물의 함량이 증가하면 항산화 활성도 증가한다는 Seo 등(17)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. Roh 등(3)은 99.8% methanol 추출물의 ethyl acetate 분획물에서 곤달비의 잎과 줄기의 IC₅₀ 값이 10.512 µg/mL, 31.377 µg/mL로 나타났다고 보고하였는데, 이러한 결과는 본 연구의 곤달비 에탄올 추출물의 ethyl acetate 분획물에서의 결과보다 높은 수치이며 이러한 항산화 활성의 차이는 곤달비 잎의 채취장소, 채취 시기 및 추출방법에 따른 차이 때문인 것으로 사료된다.

곤달비의 분획별 ABTS 라디칼 소거활성을 0.5 mg/mL 농도에서 평가한 결과, ABTS 라디칼 소거활성은 ethyl acetate 분획물과 *n*-butanol 분획물, 80% ethanol 추출물이 유의적인 차이를 보이지 않았으나 ethyl acetate 분획물에서 96.67±0.15%로 가장 높은 활성을 나타내었으며 *n*-hexane 분획물, water 분획물 순으로 활성을 나타내었다. 이러한 각 분획별 활성은 DPPH radical 소거능과는 다소 다른 경향을

Table 5. FRAP (ferric reducing antioxidant potential) value of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves

Solvent	FRAP value (mM) ³⁾
80% ethanol	2.07±0.02 ^{1)b2)}
<i>n</i> -Hexane	1.25±0.02 ^c
Ethyl acetate	2.70±0.03 ^a
<i>n</i> -Butanol	2.19±0.04 ^b
Water	0.78±0.02 ^d
Ascorbic acid	9.09±0.24

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different letter within a same column (a-d) differ significant (p<0.05).

³⁾FRAP value (mM)/ 1 mg/mL of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves.

보였는데 이는 자유 라디칼인 DPPH와 양이온 라디칼인 ABTS 라디칼의 차이로 인해 이들과 결합하는 페놀물질의 종류가 다름에 따라 라디칼의 제거능력이 차이를 나타내었기 때문인 것으로 여겨진다(18). Choi 등(19)은 산수유, 복분자, 음양곽, 우슬, 현삼, 지황 등 14종의 생약 추출물이 50 mg/mL 농도에서 90% 이상의 ABTS radical 소거능을 나타내었다고 보고하였으며 이러한 결과와 비교할 때, 곤달비 추출물의 활성이 우수함을 확인할 수 있었다.

FRAP 활성

곤달비 추출물의 분획별 FRAP value의 결과는 Table 5에 나타내었다. Ethyl acetate 분획물에서 2.70±0.03 mM로 가장 높은 FRAP value를 나타내었으며, 이어서 *n*-butanol 분획물 2.19±0.04, 80% ethanol 추출물 2.07±0.02, *n*-hexane 분획물 1.25±0.02, water 분획물 0.78±0.02 mM 순으로 FRAP value를 나타내었으며, 80% ethanol 추출물과 *n*-butanol 분획물은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 각 분획별 FRAP 활성은 DPPH radical 소거 활성 및 총 페놀함량 증가와 비슷한 경향을 나타내어, 각 추출물이 함유하고 있는 총 페놀 화합물의 함량이 증가하면 항산화 활성도 증가한다는 Seo 등(17)과 Lee 등(20)의 보고와 유사한 결과를 나타내었다. Li 등(21)은 천연물에 존재하는 페놀성 화합물이 존재할 때 매우 높은 FRAP를 보인다고 보고하고 있으며 Kang 등(22)은 전자공여능이 phenolics acid와 flavonoid 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표로서, 이 물질들은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높다고 보고하고 있다.

Disc diffusion assay에 의한 항균활성

곤달비 추출물에 대한 항균활성을 *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*와 같은 3종의 Gram 양성 세균과 *E. coli*, *S. enterica*, *P. aeruginosa*와 같은 3종의 Gram 음성 세균으로 구성된 총 6종의 세균에 대하여 disc 확산법으로 실시한 결과를 Table 6에 나타내었다. 곤달비 ethyl acetate 분획물은 5.0 mg/disc 농도에서 *B. cereus*에 대해 생육저해환이 10.2 mm로 활성을 나타내었으나, 80% ethanol 추출물과 나머지 분획물에서는 항균활성을 보이지 않았다. 국내산 자생 허브의

Table 6. Antibacterial activities of various solvent fractions from 80% ethanol extract of *Ligularia stenocephala* leaves

Microorganism	Size of clear zone (mm)		
	Solvent	Fraction conc. (mg/disc)	
		1.0	5.0
<i>B. cereus</i>	80% ethanol	— ¹⁾	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	10.2
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—
<i>B. subtilis</i>	80% ethanol	—	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	—
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—
<i>S. aureus</i>	80% ethanol	—	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	—
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—
<i>E. coli</i>	80% ethanol	—	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	—
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—
<i>S. enterica</i>	80% ethanol	—	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	—
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—
<i>P. aeruginosa</i>	80% ethanol	—	—
	<i>n</i> -Hexane	—	—
	Ethyl acetate	—	—
	<i>n</i> -Butanol	—	—
	Water	—	—

¹⁾Not detected.

정유성분으로 항균실험을 한 결과 참나물은 *P. aeruginosa*에 효과가 있었다는 보고(23)와 냉이 에탄올 추출물(6.0 mg/disc)은 *B. cereus*(20.0 mm), *S. aureus*(17.0 mm), *E. coli*(14.0 mm)와 같은 항균활성을 나타내었다는 보고(24)와 비교할 때 곤달비 추출물은 *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *E. coli*, *S. enterica*, *P. aeruginosa* 균주에 대해 항균력이 거의 없거나 미약한 것으로 확인되어 곤달비를 이용한 가공식품 및 화장품 제조에 있어 저장 혹은 유통기간 연장을 위한 다른 물리화학적 처리가 필요할 것으로 여겨진다.

요 약

본 연구는 곤달비(*Ligularia stenocephala*)의 생리 효능을 체계적으로 밝히기 위한 기초 자료를 얻고자 80% 에탄올 추출물과 순차적 분획물에 대하여 항산화 및 항균 효과를 검증하였다. 곤달비 에탄올 추출물의 추출수율은 21.36%이었으며, 이에 대하여 용매별로 분획한 수율은 water 분획물이 60.35%로 가장 높았으며, *n*-butanol, *n*-hexane, ethyl

acetate 순이었다. 곤달비 추출물 및 분획물의 총 폴리페놀 함량은 ethyl acetate 분획물에서 254.00 mg/g으로 가장 높게 나타났다. DPPH radical 소거활성을 측정한 결과, 곤달비 ethyl acetate 분획물에서 IC₅₀ 값이 0.28 mg/mL로 높은 활성을 나타내었다. 0.5 mg/mL 농도에서의 ABTS 라디칼 소거활성은 ethyl acetate 분획물에서 96.67%의 활성을 보였다. FRAP 활성 역시 1 mg/mL 농도에서 ethyl acetate 분획물이 2.70 mM의 가장 높은 활성을 나타내었다. 항균활성은 *B. cereus* 균주에 대해 ethyl acetate 분획물 5 mg/disc에서 10.2 mm의 저해환을 나타내었다. 이상의 결과에서 곤달비의 추출물 및 분획물 중 ethyl acetate 분획물의 경우 높은 항산화 활성과 약간의 항균활성을 나타내었으며 천연물소재로서 식품첨가물 및 화장품 원료로서의 가능성이 있는 것으로 사료된다.

문 헌

- Choi J, Kim WB, Nam JH, Park HJ. 2007. Antidiabetic effect of the methanolic extract of *Ligularia stenocephala* leaves on the streptozotocin induced rat. *Korean J Plant Res* 20: 362-366.
- Kim TJ. 1996. *Korean resources plants*. The publishing center of Seoul National University, Seoul, Korea. p 242-243.
- Roh EJ, Kim YS, Kim BG. 2009. Effect of antioxidation and inhibition of melanogenesis from *Ligularia stenocephala* extract. *J Korean Oil Chemists' Soc* 26: 87-92.
- Lee YH. 2000. Effect of *Ligularia stenocephala* extract on lipid metabolism and liver function of rat administered with ethanol. *MS Thesis*. Dong-A University, Busan, Korea.
- Roh EJ, Kim YS, Kim BG. 2009. Anti-wrinkle effect of *Ligularia stenocephala*. *J Korean Oil Chemists' Soc* 26: 186-190.
- Jung IC. 2006. Rheological properties of white bread supplemented with *Ligularia stenocephala* leaf powder and its sensory characteristics according to survey panel members. *Korean J Food & Nutr* 19: 207-218.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phospho-molybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1198-1200.
- Pellegrin N, Roberta R, Min Y, Catherine RE. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extract for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299: 379-389.
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 239: 70-79.
- Sa JH, Jin YS, Shim IC, Wang MH. 2004. Photoprotective effect and antioxidative activity from different organs of *Morcus bombycis* Koidzumi. *Kor J Pharmacogn* 35: 207-214.
- Lee YM, Lee JJ, Lee MY. 2008. Antioxidative effect of *Pimpinella brachycarpa* ethanol extract. *J Life Sci* 18: 467-473.
- Lee SH, Jin YS, Heo SH, Shim TH, Sa JH, Choi DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean*

- J Food Sci Technol* 38: 571-576.
14. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from asrocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
 15. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
 16. Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
 17. Seo YH, Kim IJ, Yie AS, Min HK. 1999. Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn (*Zea mays* L.). *Korean J Food Sci Technol* 31: 581-585.
 18. Wang MF, Shao Y, Li JG, Zhu NQ, Rngarajan M, Lavoie EJ, Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem* 46: 4869-4873.
 19. Choi SS, Yim DS, Lee SY. 2009. Radical scavenging activities and protective effects against oxidative damage to DNA of extracts from medicinal plants with known osteo-protective effects. *Kor J Pharmacogn* 40: 143-149.
 20. Lee SE, Kim YS, Kim JE, Bang JK, Seong NS. 2004. Antioxidant activity of *Ulmus davidiana* var. *japonica* N. and *Hemipteleae davidii* P. *J Korean Medicinal Crop Sci* 12: 321-327.
 21. Li HB, Wong CC, Cheng KW, Chen F. 2008. Antioxidant properties in vitro and total phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. *LWT-Food Sci Technol* 41: 385-390.
 22. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
 23. Cho YH, Park HS, Choi MK, Chiang MH. 2001. Anti-microbial activities of Korean herb plants. *Kor J Hort Sci Supplement* 19: 80.
 24. Lim HA, Yoon SI. 2009. Antimicrobial activities of *Capsella bursa-pastoris* extracts. *Korean J Food Preserv* 16: 562-566.

(2012년 5월 8일 접수; 2012년 6월 18일 채택)